FEC
フローエンジニアリング株式会社

ピトー管式流量計

MULTI-PORT PITOT TUBE

総合カタログ

各種プラントの流量制御
流量監視に最適！
高精度・高安定性！

バーフローチューブ® (多孔式ピトー管)
BARFLOW TUBE 2

連続パージ式複合ピトー管流量計
CONTINUOUS AIR PURGE FLOW METER 10

ピトー管直結型パージユニット
PURGE-O-MOUNT 14

二相流体測定用ピトー管
TWO-PHASE FLUID FLOW PITOT TUBE 15

バーフローチューブのご紹介及び特長

バーフローチューブのご紹介

はじめに、流量測定は工業計測の分野に於いて最も重要な測定の一つであり、近年とくにその重要性が見直されつつあります。バーフローチューブはこのようなニーズにお応えする事を信じて疑いません。
被測定流体としては、気体・液体・蒸気とどの流体に対しても測定可能であり、且つピトー管の最大の特徴である永久圧力損失が非常に少ない為(JMS製バーフローチューブの圧力損失計算方法は頁15の圧損計算による)、その汎用性は近年特に多くなって参りました。

製品価値の特長

- 国内外のメジャー石油会社、及びメジャーエンジニアリング会社のベンダーリストに登録されています。
- IPC（プロセス計装制御技術協会）計装ハンドブックにピトー管規格として採用されています。
- 納入実績は国内外合わせて1万本以上あります。
- 材料調達から検査まで全て国内で行なっている為、短納期・低価格を実現しました。
- 標準材質（SUS316・SUS316L）の他に特殊材質（SUS310S・TITANIUM・INCONEL600・MONEL400・MA276等）の実績があります。

バーフローチューブの特長

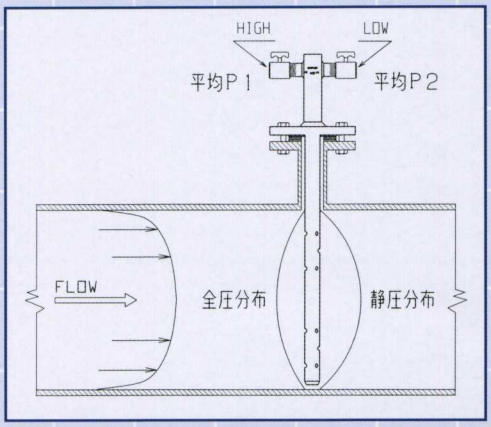
- **高精度・高安定性**
- **エネルギーの大幅な節約が可能**
  バーフローチューブは、オリフィスやベンチュリー管等の他の差圧式流量計に対し配管を絞らない為、その永久圧力損失は非常に低い値になっております。従って、運転コストを低く抑えることが可能となり、エネルギーの節約に繋がります。
- **適用流体**
  気体、液体、蒸気
- **独特の静圧ポート**
  静圧測定孔の独特の形状と位置により、カルマン渦の影響による変動が少なくなっています。
- **流れを止めずに施工**
  流体の流れを止めずに引抜きできるタイプも用意しております。
- **平均流速の検出**
  バーフローチューブは複数の全圧測定孔、及び静圧測定孔が設けられておりますので配管内の平均流速を測定でき、安定した流量を検出します。
- **ピトー管直結型パージユニット**
  流体にダスト・ミスト等を含む場合にバーフローチューブにマウントさせる形状で使用します。非常にコンパクトです。また、三岐弁機能も内蔵しています。
  導圧管レスでシステムを組める為、プラントの施工コストダウンに繋がります。
- **二相流体測定用ピトー管**
  気体・液体の混合流体の安定した測定が可能です。主流体が気体の場合は液体（ドレン）による測定不具合を防止し、主流体が液体の場合はエアーかみによる測定不具合を防止します。
- **取り付け、取り外しが容易**
  フランジ取合いorねじ込み取合いの為、据付けの際に手間がかかりません。
- **溶接**
  ASMEのWPS／PQRを取得しております。
- **強度計算方法**
  ASME PTC193-197をベースとした共振計算・応力計算をします。さらに有限要素法による動力学的な強度計算方法を行っています。既述+上記応力・カルマン渦による共振計算によりセンサーエレメント口径、エンドサポート支持方法を決定しています。また、主材料となるパイプはシームレスパイプ（引抜き管）を使用しています。

バーフローチューブの測定原理

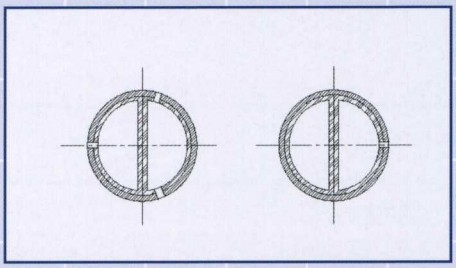
差圧式流量計（ピトー管、オリフィス、ベンチュリー管、フローノズル等）は工業計器として単純構造、高精度、信頼性の面から多くのプラントで使用されています。
とりわけバーフローチューブ（多孔式ピトー管）は省エネルギー対策としての観点からも非常に有効です。

測定原理

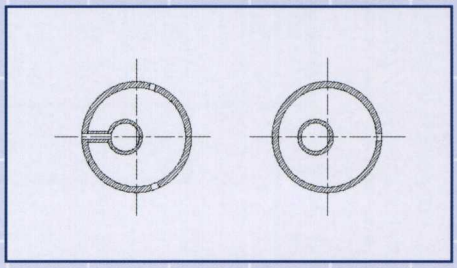
流れの中に置かれたバーフローチューブの全圧ポートには静圧と動圧の和、すなわち全圧（P1）が働き、反対側の静圧ポートには静圧（P2）が働き、P1-P2=差圧として検出されます。この差圧はベルヌーイの定理により流量の二乗に比例します。（差圧計算式は頁15の発生差圧計算式による）



センサーエレメント断面図　（　）内はセンサーエレメント口径



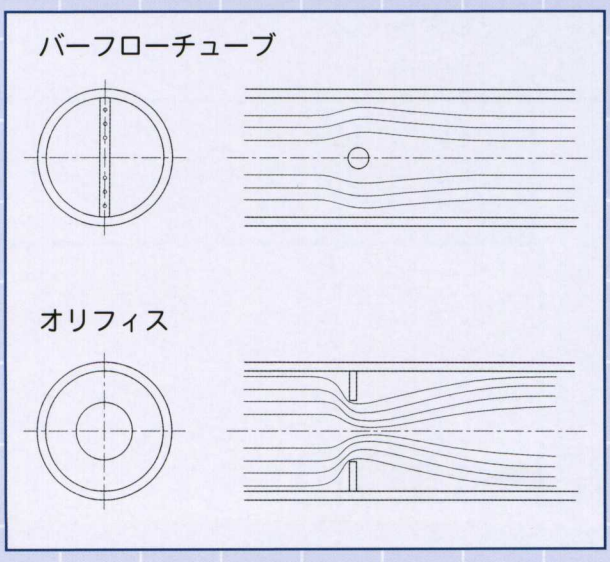
（φ9.5mm・φ12.7mm・φ19.1mm・φ25.4mm）



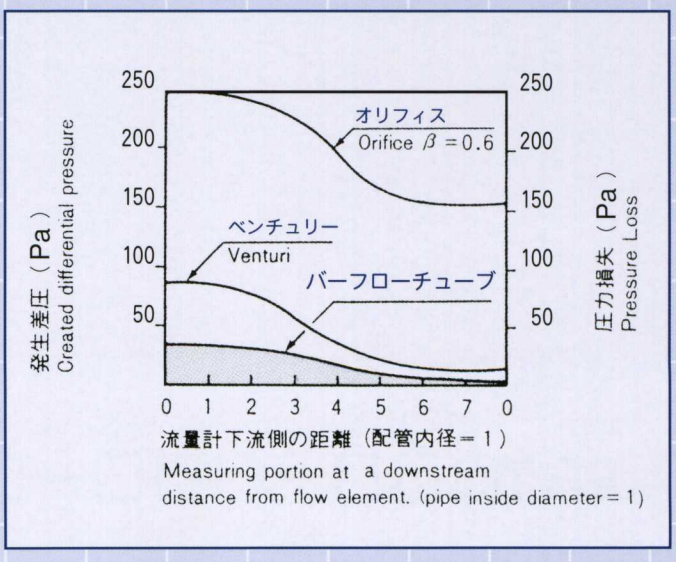
（φ42.7mm・φ60.5mm・φ76.3mm）

バーフローチューブとオリフィス、ベンチュリー管との圧力損失比較

● 配管内の流体フロー図



● 圧力損失の比較図



バーフローチューブ モデル選定コード表

SRT

コード：バーフローチューブモデル

50	シリーズ	500	ねじ込みタイプ
53		530	フランジ取合いタイプ
54		540	フランジ取合いタイプ
55		550	大口径フランジ取合いタイプ
56		560	大口径フランジ取合いタイプ
57		570	低圧フランジ取合いフロータップタイプ
58		580	高圧フランジ取合いフロータップタイプ
20		200	小口径短管組み込みタイプ
2X		2X0	特殊タイプ（ＪＩＳ型ウエスタンタイプ）
30		300	発信器マウントタイプ
31		310	発信器+パージユニットマウントタイプ
73～78		7□0	コンベンショナルタイプ・流体双方向検出可能

コード：導圧取出口

0	水平配管　1/2”Rc
1	水平配管　1/2”NPT
2	水平配管　1/2”フランジ
3	水平配管　特殊取合
4	垂直配管　1/2”Rc
5	垂直配管　1/2”NPT
6	垂直配管　1/2”フランジ
7	垂直配管　特殊取合

配管サイズ　（A又はmm）

コード：センサー径

09	9.525 mm
12	12.7 mm
19	19.05 mm
25	25.4 mm
34	34.0 mm
42	42.7 mm
60	60.5 mm
76	76.3 mm

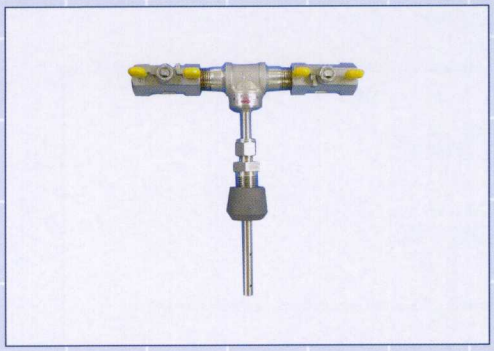
コード：オプション

DMS	ダブルマウント スレッドレット
DMF	ダブルマウント フランジ

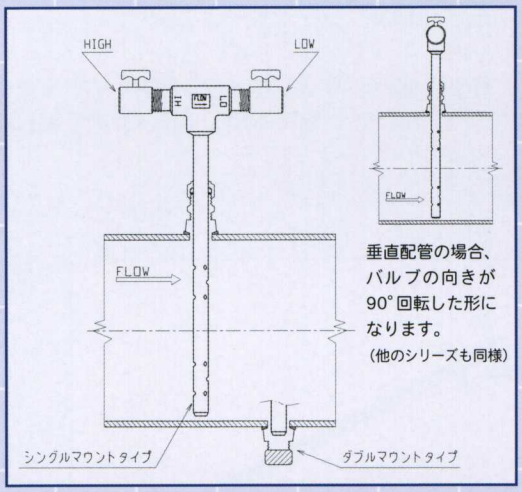
SRT□□□－□□□－□□－□□□

シリーズ500　〈 ねじ込みタイプ 〉

配管径　50A～1000A
センサー径：φ9.525～φ25.4
目安温度範囲：－10～120℃

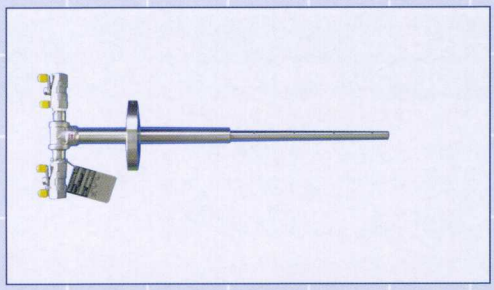


シリーズ500

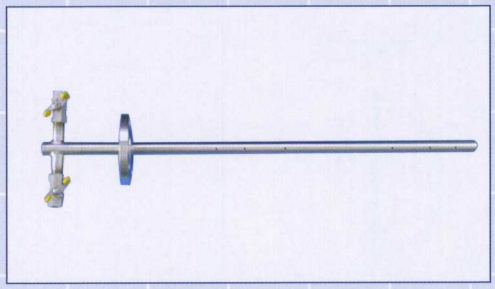


シリーズ530　〈 フランジ取合いタイプ 〉

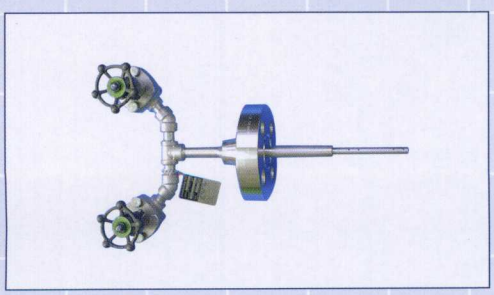
配管径　50A～600A
標準フランジサイズ：40A
センサー径：φ9.525～φ25.4
※ シングルマウントタイプは補強付きです。



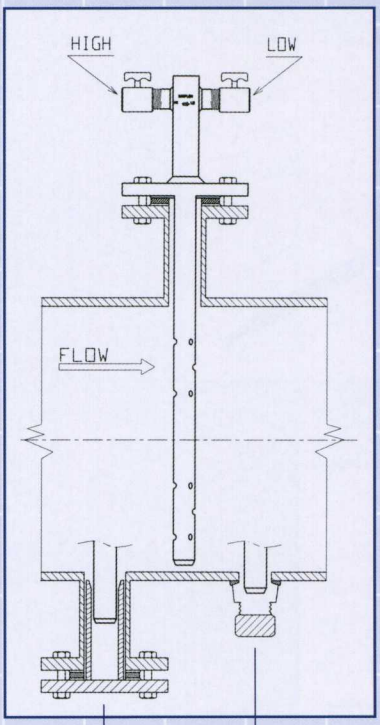
シングルマウントタイプ

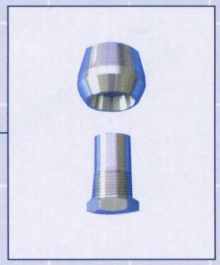


ダブルマウントタイプ



高温・高圧用（ゲートバルブ使用）





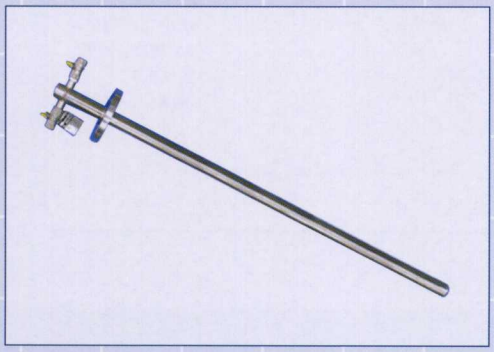
ダブルマウントスレッドレット

ダブルマウントフランジ

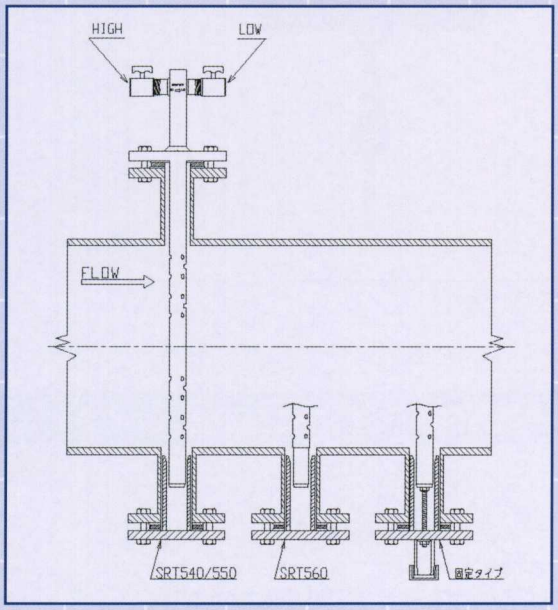
シリーズ540／550／560

〈 540 フランジ取合いタイプ 〉
〈 550／560 大口径フランジ取合いタイプ 〉

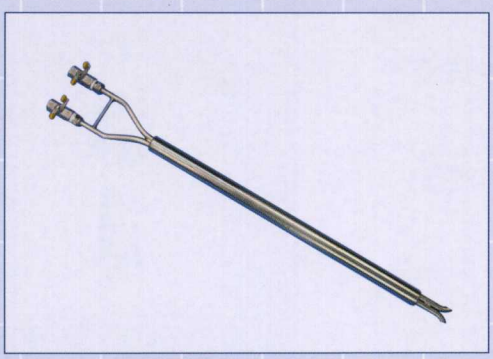
配管径：650A～
540　　標準フランジサイズ：50A
　　センサー径：φ42.7
550／560　標準フランジサイズ：80A
　　センサー径：φ60.5(550)／φ76.3(560)



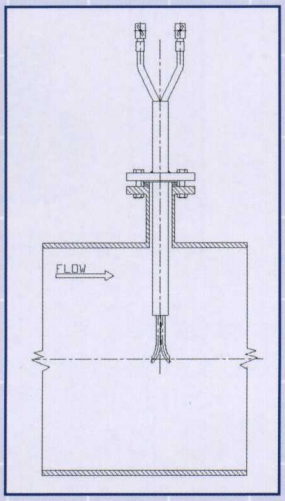
シリーズ 540／550／560



シリーズ2×0
〈 JIS型ウエスタンタイプ 〉

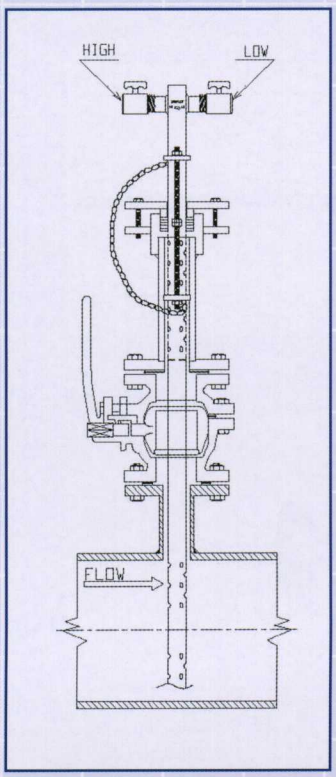


シリーズ2×0(特殊タイプ)



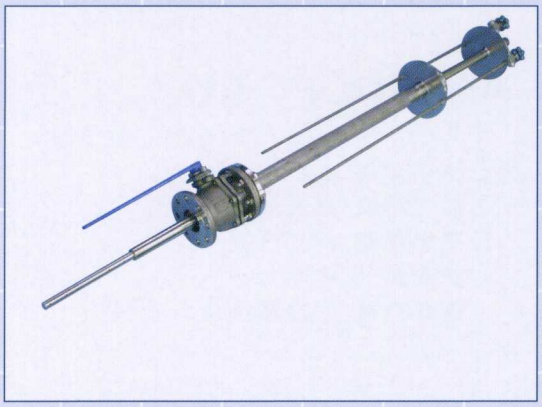
シリーズ570
〈 570 低圧フランジ取合いフロータップタイプ 〉

センサー径：φ9.525～φ76.3
配管に流体が流れている状態でもバーフローチューブを引き抜く事ができ、メンテナンス性が高いモデルです。

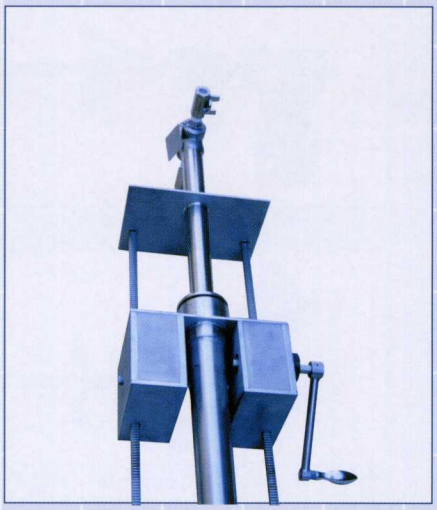


シリーズ580／580(G)　〈 580 高圧フランジ取合いフロータップタイプ 〉

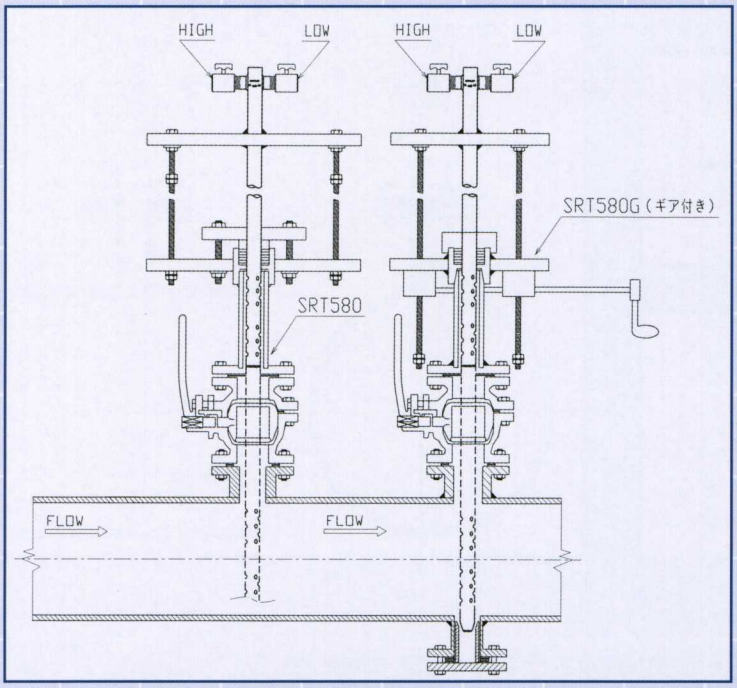
センサー径：φ9.525～φ76.3
配管に流体が流れている状態でもバーフローチューブを引き抜く事ができ、メンテナンス性が高いモデルです。
さらに、ギヤ式はハンドルを回すことでより容易に作業を行う事が可能です。



シリーズ580

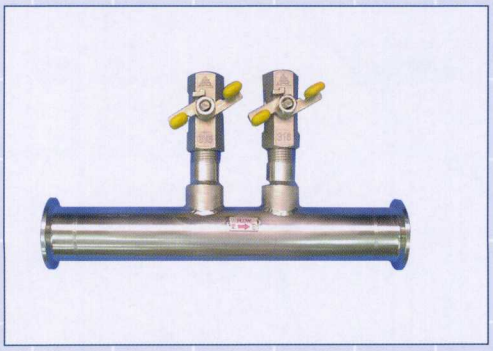


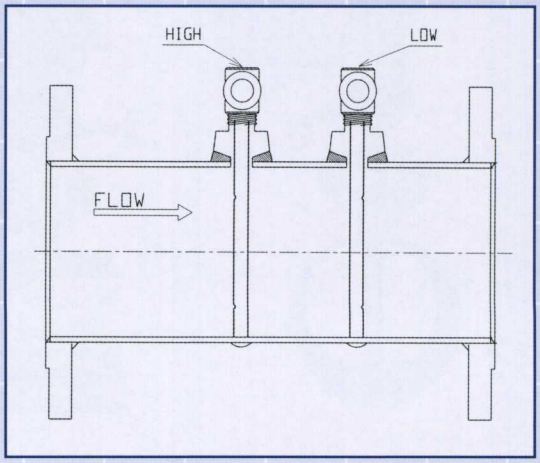
シリーズ580G(ギア式)



シリーズ200　〈 小口径短管組み込みタイプ 〉

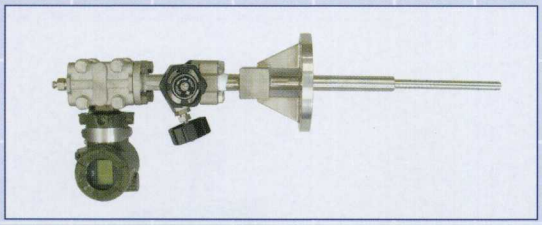
配管径：15A～50A

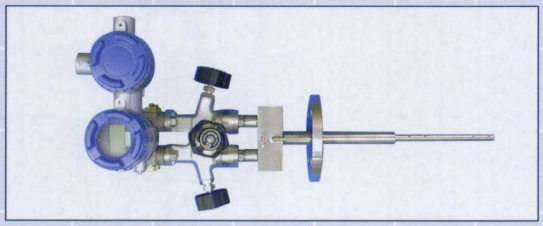


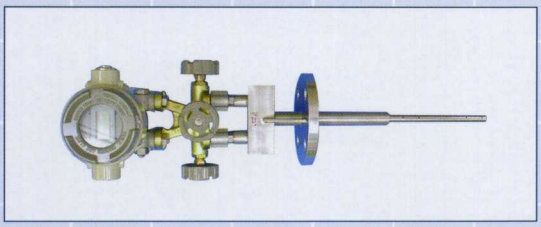


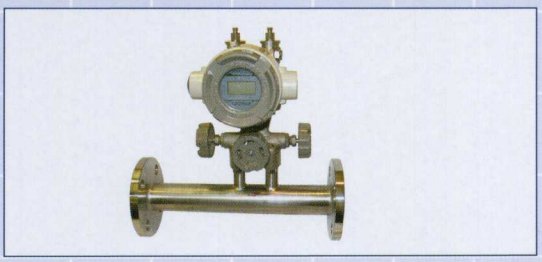
シリーズ300　〈 発信器マウントタイプ 〉

差圧発信器を直結する事で、バーフローチューブ～差圧発信器までの導圧配管を省略したモデルです。
計装工事のコストダウンに繋がります。





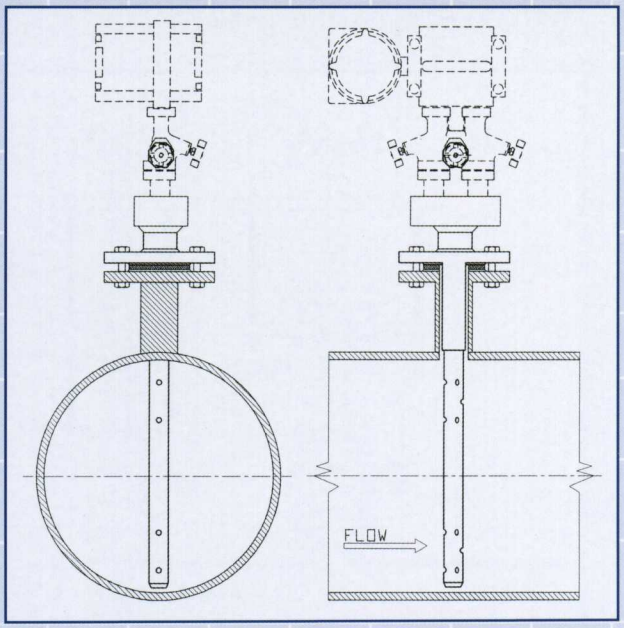




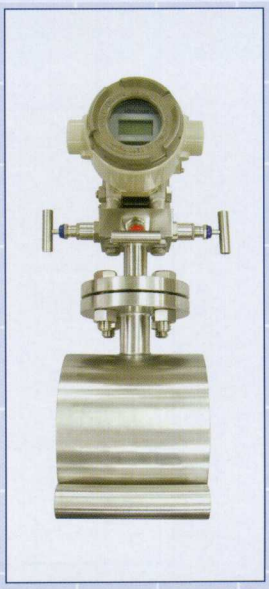
※　発信器は他計器メーカー製です。

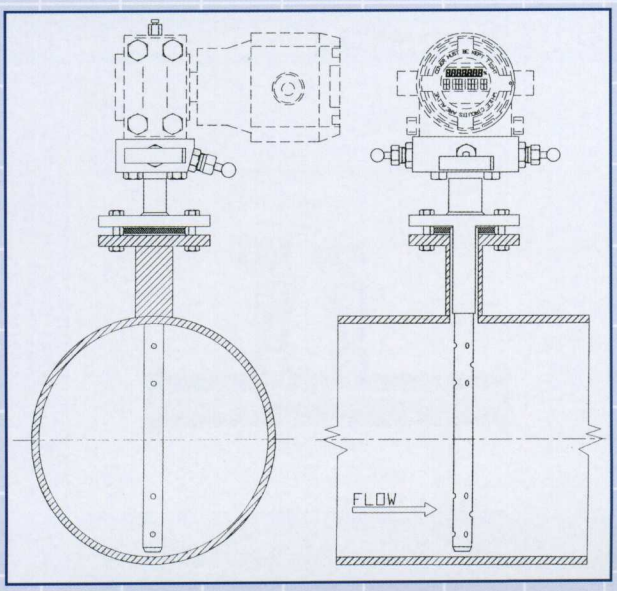
（敬称略、順不同）

（例）　株式会社 山武
横河電機 株式会社
富士電機 株式会社
株式会社 東芝
株式会社 日立製作所



▼従来のヘッド部と三岐弁を一体化したよりコンパクトなタイプもご用意しました





バーフローチューブの取付位置と必要直管長

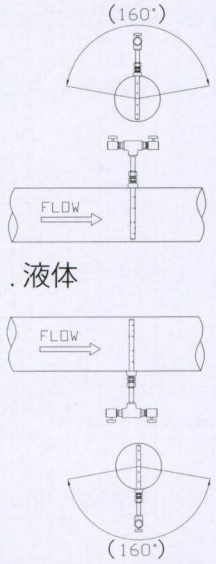
必要直管長（A,Bの数値は配管内径Dの倍数）

● 取付方向

（　）内は推薦範囲

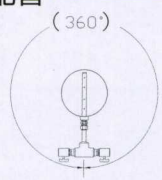
水平配管

1．気体または蒸気

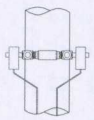


2．液体

垂直配管



1．蒸気



2．気体

3．液体

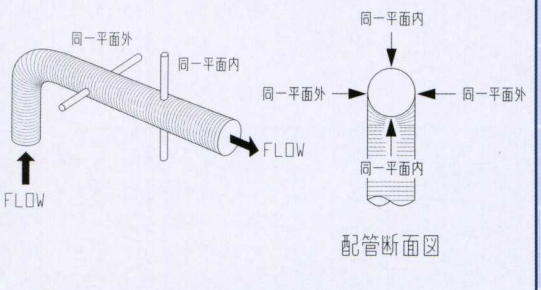
バーフローチューブ取付位置	上流側（A）				下流側（B）
	同一平面内	同一平面外	整流装置有		
			格子	金網	
1 ファン	−	−	6	4	4
2 90°ベンド又はティー1つ	7	9	6	4	3
3 同一平面上の2つの90°ベンド	8	12	7	5	3
4 同一平面上にない2つの90°ベンド	18	24	9	7	4
5 レジューサ	8	−	7	5	3
6 バルブ	24	−	9	7	4

※ 角型の場合は円に換算して下さい。

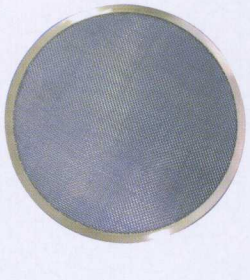
● 上記の値は一般的な工業計測に使用されるものであり、高精度を要求するものに対しては1.25倍加えて下さい。

● グローブバルブや全開していないバルブに適用します。

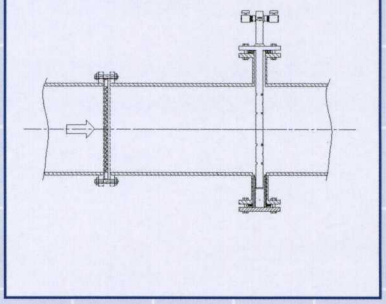
同一平面内と同一平面外の違い（下図）



整流金網



金網・BFT相関図



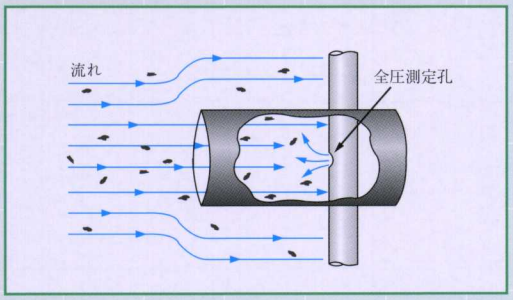
連続パージ式複合ピトー管流量計システム

特 長

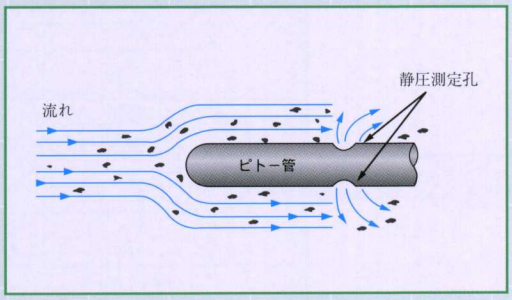
- 測定孔を多数設けてあり、配管内の平均流速が測定できます。
  全圧測定孔周囲にキールを取付けている事により必要直管長は配管上流側の構造（形状）にもよりますが通常は上流側5D、下流側2Dと短くすみます。
- 精密微差圧計内パージブロックより複合ピトー管にパージ流体が連続的に送り込まれ（連続パージ）、測定孔から常時排出していますので、ダスト・ミスト・粉塵が混入せず目詰まりや、腐食の影響を受ける事がありません。
- 精密微差圧計内差圧計ユニットは差圧レンジ0～25Pa（F.S.）からご用意していますので、超低流速域での測定が可能です。
- 連続パージを行なう事により、流体温度による差圧計への影響が少なくなっています。
- 標準材質SUS316Lで500℃まで測定可能です。特殊材質（MA276・TITANIUM等）での製作も可能です。
- 据付配管の形状は丸ダクト、角ダクトを選びません。（測定孔の位置が変わります）
- JMS強度計算により最適のMODELを選定しています。

下図の様に常に計装空気でパージする事で、目詰まり無く、ピトー管内部の腐食も無く安定した測定を行なう事が可能です。
（パージ量:250cc/min～2,000cc/min（特殊仕様）まで設定可能）

全圧側運転図



静圧側運転図



機器の構成

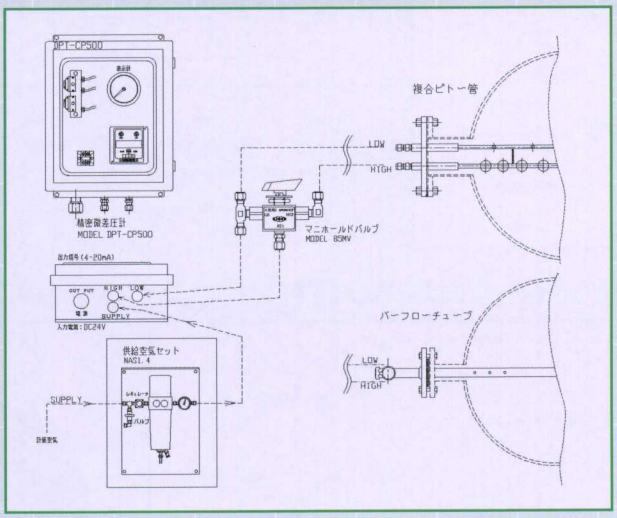
連続パージ式
① 複合ピトー管（またはバーフローチューブ）
② 精密微差圧計
③ マニホールドバルブ
④ 供給空気セット　※

用途や予算に応じ、いろいろな組み合わせができます。

ダスト・ミストが非常に多い場合などは、連続パージシステムと後述のタイマー式ブローシステムと組合わせる事でメンテナンスフリーとなります。

※ 計装空気が5ミクロン以下、露点−20℃であれば供給空気セットは、省略可能です

連続パージ式排ガス流量計システム図



連続パージ式排ガス流量計に使用する機器の特長と仕様

複合ピトー管　MODEL:CPFT300S-□□□&CPFT300-□□□□（□は配管口径）

複合ピトー管は、配管内で生じる不規則な流れを多点の測定ポートの平均化した値として測定する事により、よりいっそう精度の高い測定が可能となっています。

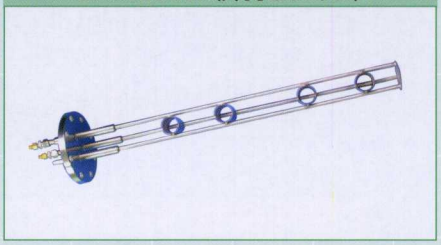
また、全圧ポートには測定孔整流管（キール）を、静圧ポートには”角“状の形状を持たせることにより配管内の不規則な流れやねじれ等の影響を受けにくく必要直管長が短くすむ設計となっています。

適用配管：CPFT300S（250～3,000㎜）
　　CPFT300　（500～6,000㎜）
配管形状：丸ダクト／角ダクト
材質：標準SUS316L、特殊材質
　　（MA276、TITANIUM等）実績あり
接続規格：CPFT300S（200A）
（フランジサイズ）：CPFT300（200A）

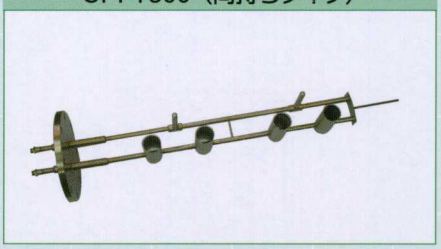
＊上記以外の接続サイズについては別途ご相談下さい。

取付方向：水平配管：水平より上が望ましい
　　：垂直配管：指定無し
取出口接続：High、Lowφ12.0フィッティング（SUS304）

CPFT300S（片持ちタイプ）



CPFT300（両持ちタイプ）



精密微差圧計　Model：DPT-CP500

供給空気セットに計装空気0.3～0.8MPaGを供給いただき、レギュレータで0.14 MPaGに調圧したものが入ります。
精密微差圧計内のパージブロックによってさらに計装空気量をコントロールして複合ピトー管のHigh、Lowの静圧測定孔にそれぞれ一定の流量を送り込みます。そこで配管内の流れとの間に背圧が生じ、差圧が発生します。

差圧レンジの種類
0～25.4　Pa
0～49.82　Pa
0～62.27　Pa
0～124.5　Pa
0～249.1　Pa
0～498.2　Pa
0～622.72　Pa
0～747.27　Pa
0～1245.4　Pa
0～2490.9　Pa

最大静圧：±8kPaG（それ以上の場合は別途ご相談下さい）
供給空気：0.14MPaG, 2ℓ /min（N^2供給可）
大気使用温度：−20℃～+60℃
入力電源：24V, 100V（他）
出力信号：4−20mA（2線式、4線式）, 1−5V
差圧レンジ：右表による
精度：±1.0%F.S.（レンジ0～25Pa以上）
再現性：±0.5%F.S.
接続配管High,Low：φ12.0㎜パイプフィッティング（標準）
　　Supply：φ6.0㎜パイプフィッティング（標準）
保護等級：IP63

※ 開平演算、温圧補正はDCS内コンピュータ側で実流量換算して下さい。

マニホールドバルブ　Model：85MV

連続運転中パージを止める事なく精密微差圧計のゼロ調整を行う事ができます。
微差圧での導圧管ロスを最小限にしてゼロ調整します。

切換：ゼロ ←→ オペレーション
接続：φ12.0㎜パイプフィッティング（標準）

供給空気セット　Model：NAS1.4

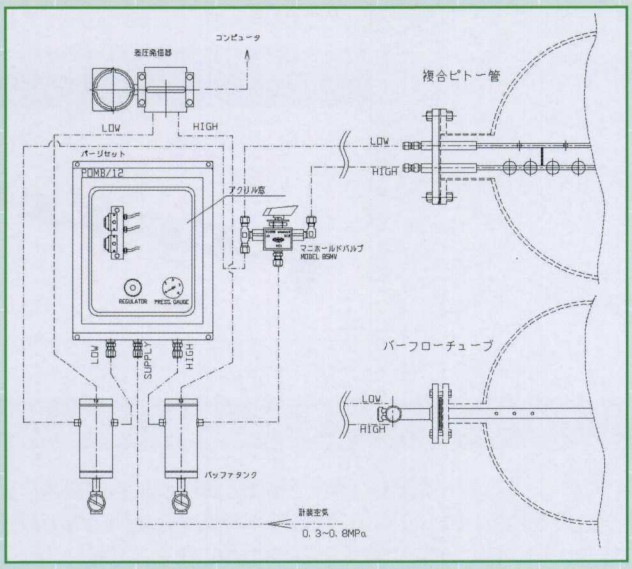
精密微差圧計を作動させるため計装空気を調圧、除湿、オイルミストの除去を目的としたものです。

供給空気：標準0.3～0.8MPaG（Air or N^2）
消費空気量：約2ℓ／min
接続：φ6.0㎜パイプフィッティング（標準）
フィルターの種類：第一・第二フィルター、
　　オイルミストフィルターエレメント

パージセット　Model : POMB/12

HighとLowに一定空気量を精度よく送るシステムです。
静圧変動に影響なく常に同じ空気量を送ります。
差圧発信器（計器メーカ製）と組み合わせ、連続パージシステム機構を満足します。

最　大　静　圧　：±8kPaG（特殊仕様:Max0.2MPaG）
供　給　空　気　：0.3～0.8MPaG,2ℓ／min（N^2供給可）
保　護　等　級　：IP63
使　用　空　気　：0.14MPaG

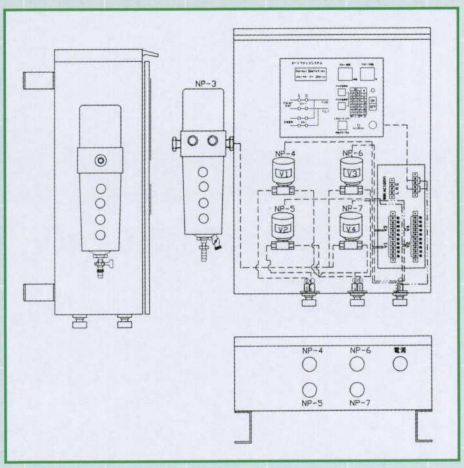


※全体システムのゼロ点調整は発信器側
3バルブでは行えません。
マニーホールドバルブ（85MV）にて
行って下さい。

オートマチックブローシステム

複合ピトー管やバーフローチューブとの組み合わせ、また連続パージ式複合ピトー管との組み合わせが可能です。任意の時間を設定し、一定間隔強制ブローするシステムです。タイマー式（マイコン制御）で行うため、いっさい面倒な手間が省けます。DCS側からコントロールも可能です。電動バルブと共に制御盤に組み込むタイプもあります。他の組み合わせにつきましては別途ご相談下さい。
保　護　等　級：IP61

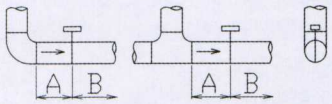
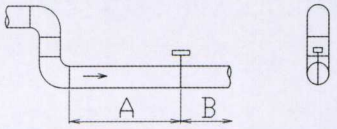
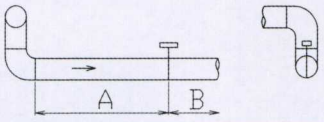
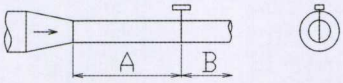
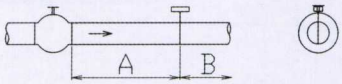
マイコン制御本体と電動バルブ（内蔵）のセット



複合ピトー管必要直管長

必要直管長（ A,Bの数値は配管内径Dの倍数 ）

※ 角型の場合は円に換算して下さい。

	複合ピトー管の取付位置		上流側（A）		下流側（B）
			同一平面内	同一平面外	
1		90° ベンド 又はティー1つ	5	7	2
2		同一平面上の 2つの90° ベンド	7	11	2
3		同一平面上にない 2つの90° ベンド	8	14	2
4		レジューサ	5	—	2
5		バルブ	18	—	2

- 上記の値は一般的な工業計測に使用されるものであり、高精度を要求するものに対しては1.25倍加えて下さい。
- グローブバルブや全開していないバルブに適用します。
- 水平・垂直配管共にどの方向からでも取付可能です。（但し、水平配管では水平より上が望ましい）

計　算　式

発生差圧計算式

$$\Delta P=\left(\frac{\sqrt{\rho_a}\times V_a}{1.4142\times K}\right)^2 \quad [Pa]$$

ΔP ：発生差圧　〔Pa〕
ρ_a ：密度　〔kg/m³〕@Operate
K ：ピトー係数　〔無次元〕
V_a ：実流速　〔m/s〕

気体の密度計算

$$\rho_a=\frac{T_o}{P_o}\times\frac{P-\psi\times P_d}{T}\times\frac{1}{Z}\times\rho_o+\psi\times\rho_d \quad 〔kg/m^3〕$$

流速の計算式

$$V_a=\frac{4\times Q_o}{\pi\times D^2\times 3600}\times\frac{\rho_o}{\rho_a}\times 10^6 \quad 〔m/s〕$$

T ：絶対温度（t+273.15）〔K〕
　t：使用温度〔℃〕
T_o ：273.15　〔K〕
P ：絶対圧力（p+0.101325）〔MPaAbs〕
　p：使用圧力〔MPaG〕
P_o ：1気圧　〔0.101325MPaAbs〕
D ：配管内径〔mm〕
ρ_o ：標準状態での気体の密度〔kg/m³N〕
Z ：圧縮係数〔無次元〕
P_d ：ライン状態における飽和水蒸気圧〔MPaAbs〕
ψ ：ライン状態における相対湿度（100%=1.0とする）
ρ_d ：ライン状態における飽和水蒸気密度〔kg/m³〕
Q_o ：標準状態における流量〔m³N/hr〕

温度・圧力変化に伴う補正計算式

$$W'=F\times W \qquad \Delta P'=(1/F)^2\times\Delta P$$

$$F=\sqrt{(P1'\times T1)/(P1\times T1')}$$
（Normal流量）

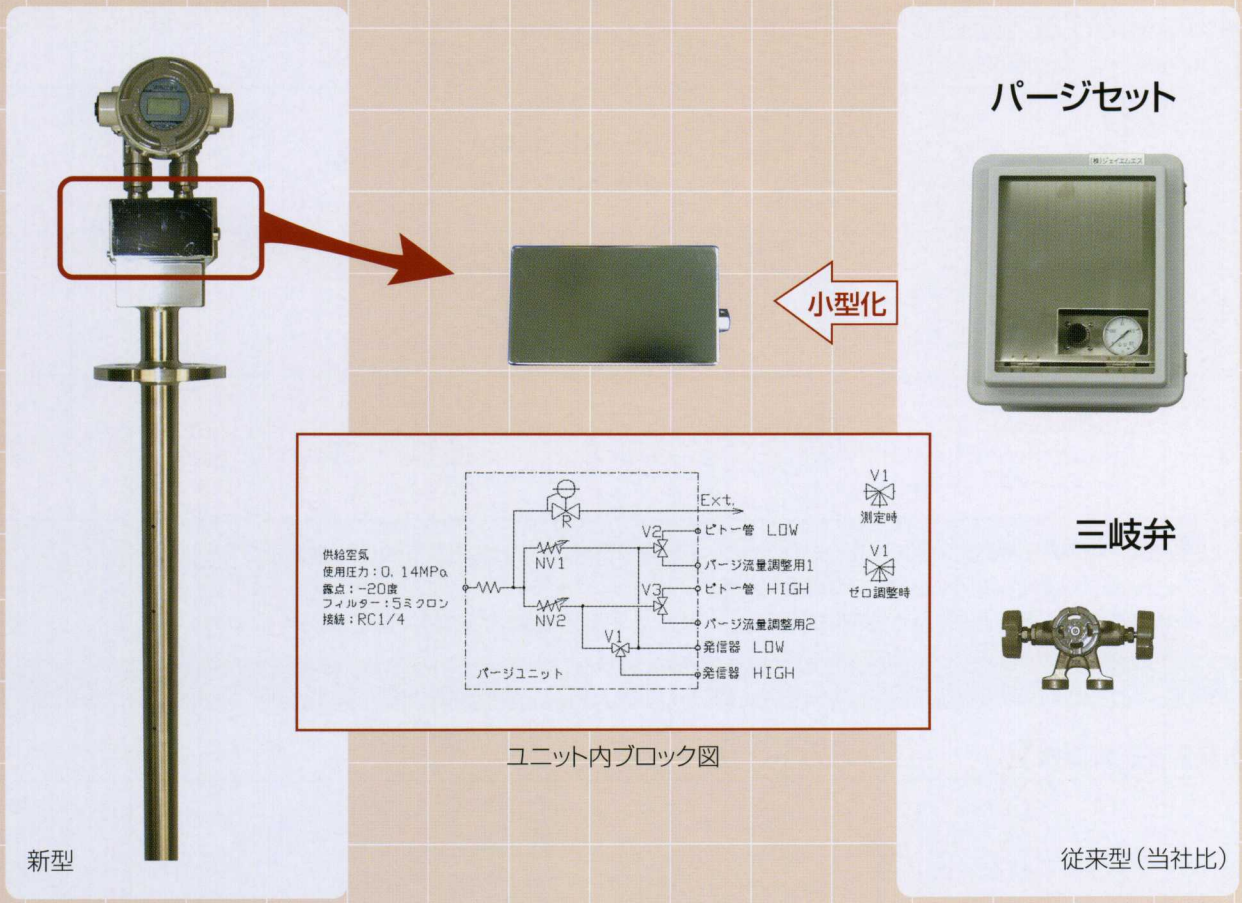
$$F=\sqrt{(P1\times T1')/(P1'/T1)}$$
（Operate流量）

F ：補正係数
W ：計器の指示流量〔m³N/hr〕or〔m³/hr〕
W' ：正しい流量（補正後）〔m³N/hr〕or〔m³/hr〕
ΔP ：計算による差圧〔Pa〕
ΔP' ：変化時の差圧〔Pa〕
T1 ：計算に用いた絶対温度（t℃+273.15）〔K〕
T1' ：変化時の絶対温度（t℃+273.15）〔K〕
　t：使用温度〔℃〕
P1 ：計算に用いた絶対圧力（pMPaG+0.101325）〔MPaAbs〕
P1' ：変化時の絶対圧力（pMPaG+0.101325）〔MPaAbs〕
　p：使用圧力〔MPaG〕

ピトー管直結型パージユニット

パージ　オー　マウント

本連続パージユニットは、バーフローチューブ（ピトー管式）による流量計測において最大のネックとなっていた「ダスト」「ミスト」による測定孔の目詰まりを防止することを目的としたパージセット（JMS製品）をコンパクト化した製品です。
従来のパージセットの特徴であるピトー管HIGH/LOWポートへの流量常時均一供給（精度0.5%）の性能をそのままに、さらに均圧弁としての機能も備えていますので価格的なメリットが多いことも特徴の一つです。
コンパクト化したことによりバーフローチューブと差圧発信器の直結タイプにも転用する事が可能となりました。バーフローチューブ→連続パージユニット（均圧弁内蔵）→差圧発信器と全ての機能が非常にコンパクトに凝縮されました。



ユニット内ブロック図

詳細仕様

供給ガス種（お客様ご用意）	露点：−20℃　・フィルター：5ミクロンの清浄なガス
供給ガス圧力（お客様ご用意）	0.140±0.014MPaG
設定二次圧力（パージ圧）	10KPa
出荷時設定流量（注1）	300±30cc/min
流量可変範囲（注1）	100～500cc/min
安定性（精度）	① 連続運転時の流量偏差±0.5%以内
	② 一次圧力変動幅(ΔP₀)14kPaに対しての設定流量変化0.8%以内
使用温度範囲（耐熱）	0～60℃（雰囲気・ガス温共）
使用圧力範囲（耐圧）	10KPa未満
屋外使用の可否	屋外対応
接ガス部材質	SUS316・PTFE・FKM(Viton)

（注1）：二次側を無負荷、大気開放の状態にて

二相流体測定用ピトー管

特許出願中

ピトー管流量計

従来の差圧式のガス流量計及び液体流量計には、二相流体の場合(ガス、液体,混入状態)測定が困難になるケースが多く、対策を求められてきました。

・ガス流量計:測定ガスにドレンが混入した場合、差圧伝播に支障発生。

・液体流量計:測定液体にガス(空気)が混入した場合、差圧伝播に支障発生。

当社では、動力(電気・空気圧等)を使用することなく、被測定配管内の静圧と発生差圧を利用し、ドレン及び混入ガスの排出を自動で行なう事が可能でありメンテナンス性に優れた画期的な3種類のピトー管を開発しました。

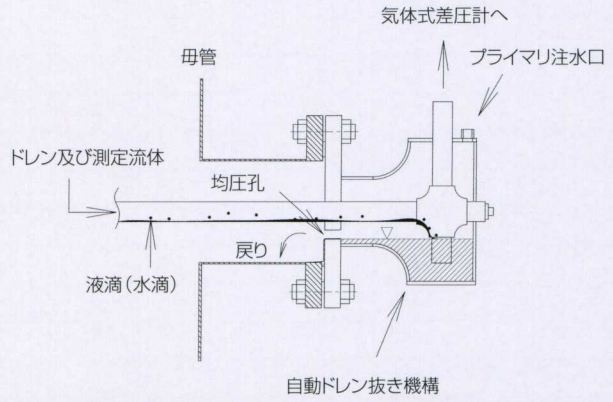
このニ相流体測定用ピトー管は、各種プラントの排ガス洗浄ラインや冷却水測定等にご活用頂けると考えております。

また、差圧発信器一体型ですので、導圧配管は不要となり計装工事のコストダウンに繋がります。

測定対象物が気体である場合

- 自動ドレン抜き機構にて、測定流体中の気体と液体(ドレン)を分離します。
- 分離されて溜まった液体(ドレン)は均圧孔より配管内部へ戻される為、差圧計に液体(ドレン)の影響はありません。

自動ドレン抜き機構



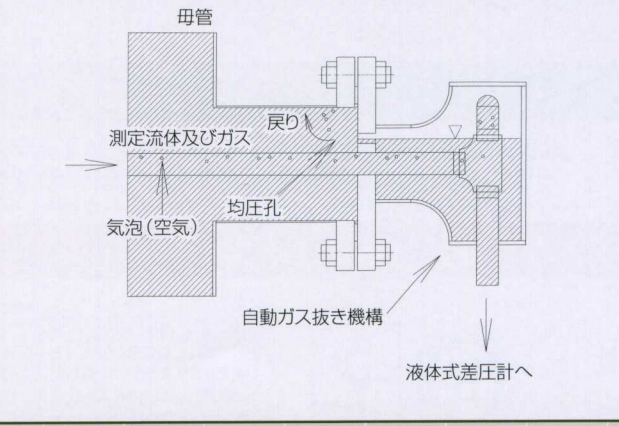
気体測定用

測定ガス中に含まれる液体は自動ドレンに溜まり、均圧孔より測定ガス系内に戻されるため、差圧計にドレンの影響はありません。

測定対象物が液体である場合

- 自動ガス抜き機構にて、測定流体中の液体と気泡(ガス)を分離します。
- 分離されて溜まった気体は均圧孔より配管内部へ戻される為、差圧計に気泡の影響はありません。

自動ガス抜き機構



液体測定用

測定ガス中に含まれる気泡は自動ガス抜き機構に溜まり、均圧孔より測定液体系内に戻されるため、差圧計に気泡の影響はありません。

流量計仕様書

客先名:				シート ／	
プロジェクト名:					
計器番号 (TAG NO.)					
数量					
流量計モデル ※					
サービスまたは設置箇所					
流体コンディション(1.ガス体、2.液体、3.スチーム)					
流体名					
パージ(1.連続パージ、2.間欠ブロー、3.なし)					
流体流れ方向(1.水平、2.垂直、3.その他)					
接続フランジ規格					
導圧接続口取合					
配管材質					
ダクトの形状		丸ダクト・角ダクト	丸ダクト・角ダクト	丸ダクト・角ダクト	丸ダクト・角ダクト
配管径 内径／外径[mm]		／	／	／	／
K ファクター(ピトー管係数) ※					
温度[℃]					
圧力[kPaG]・(PaG)					
密度@ベース[kg/m³N] ／運転中[kg/m³]		／	／	／	／
分子量[M.W.]					
粘度[mPa·S]					
圧縮係数					
湿度考慮	相対湿度[%]				
	飽和圧力 ※				
	飽和密度 ※				
流量	メーターレンジ				
	最大				
	常用				
	最小				
発生差圧(レンジ)[Pa] ※					
永久圧力損失[Pa] ※					
備考:					

※この他にもウエスタン式やJISピトー管及び特殊品についてはご相談下さい。

注):このシートはコピーしてご使用下さい。
:※印欄は、弊社にて記入致します。
:角ダクトで縦・横の寸法が異なる場合、ピトー管を取り付ける方向を必ず記入してください。

⚠ 安全に関するご注意

ご使用の際は、商品に添付の「取扱説明書」をよくお読みいただき、安全をご確認のうえ、正しくお使いください。	取扱説明書に記載されている環境条件を越える場所で使用しないで下さい。故障、火災、感電などの原因となります。

仕様及び記載事項は改良のため予告なく変更することがあります。

FEC フローエンジニアリング株式会社
〒221-0835 横浜市神奈川区鶴屋町2-13-2
横浜スクウェアビル 4・5階
2-13-2, Tsuruyacho,Kanagawa-Ku,Yokohama-City, Kanagawa Pref.(Yokohama Square Building 4・5th floor) TEL.045(314)5718 FAX.045(312)2717

ISO9001:2000

当社は、WPS、PQRを確立し、これに基づき高品質の溶接を行い、かつ必要な溶接検査を行っています。
· Accomplished WPS, PQR system.
· Keep high Welding Quality.
· Welding Inspection by established procedure.